



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 41 90 731 C 1

51 Int. Cl.⁵:
B 22 C 5/00
B 22 C 5/18

- 21 Deutsches Aktenzeichen: P 41 90 731.0-24
86 PCT-Aktenzeichen: PCT/DE91/00246
87 PCT-Veröffentlichungs-Nr.: WO 91/14524
86 PCT-Anmeldetag: 20. 3. 91
87 PCT-Veröffentlichungstag: 3. 10. 91
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 11. 2. 93

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

- 30 Innere Priorität: 32 33 31

20.03.90 DE 40 08 849.9

- 73 Patentinhaber:

Küttner GmbH & Co. KG, 4300 Essen, DE

- 74 Vertreter:

Boehmert, A., Dipl.-Ing.; Hoormann, W., Dipl.-Ing.
Dr.-Ing., 2800 Bremen; Goddar, H., Dipl.-Phys.
Dr.rer.nat.; Liesegang, R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.;
Münzhuber, R., Dipl.-Phys., 8000 München; Winkler,
A., Dr.rer.nat., 2800 Bremen; Busch, T., Dipl.-Ing.,
O-7010 Leipzig; Tönhardt, M., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.,
Pat.-Anwälte, 8000 München; Stahlberg, W.; Kuntze,
W.; Kouker, L., Dr.; Huth, M., 2800 Bremen;
Nordemann, W., Prof. Dr.; Vinck, K., Dr.; Hertin, P.,
Prof. Dr.; Brocke, vom, K., Rechtsanwälte, 1000
Berlin

- 72 Erfinder:

Schott, Klaus, 4220 Dinslaken, DE

- 56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 38 15 877 C1
DE 31 03 030 C2
DE 30 32 560 A1
DE 30 19 096 A1
DE 24 51 494 A1
DE 86 27 641 U1
AT 38 79 218
GB 6 29 173
US 27 83 511
US 24 77 948

Modern Casting, Vol. 72, Nr. 2, Feb. 1981, S.34-37;

- 54 Verfahren zum Regenieren von Gießerei-Altsand

- 57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regenieren von Gießerei-Altsand, dessen Ursprungs-Formsand als Formstoff anorganische Bindemittel wie z. B. und insb. Bentonit (= "anorganischer Altsand") oder/und organische Bindemittel wie z. B. und insb. Phenol- oder/und Furanharze (= "organischer Altsand") enthielt, wobei der aufzubereitende Altsand mit Wasser getränkt wird und anschließend im feuchten Zustand in eine erhitzte Wirbelschicht verbracht wird.

DE 4190731 C1

DE 4190731 C1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Regenerieren von Gießerei-Altsand nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Bei anorganisch gebundenen Formsanden wird das Bindemittel Bentonit od. dgl. — abhängig vom Grad der Wärmeinwirkung beim Gießvorgang — jeweils auf der Oberfläche der Sandkörner durch Schamottisierung (Oolithisierung) schalenförmig fixiert, während es bei Formsanden mit organischen Bindemitteln im Verlaufe des Gießvorganges zu deren thermischer Zersetzung und damit zu festhaftenden Rückständen kohlenstoffreicher Abbauprodukte der organischen Bindemittel auf der Oberfläche der Sandkörner kommt. Darüber hinaus kommt es aufgrund weiterer Zusätze zu Verunreinigungen des Altsandes, wie z. B. zur Bildung von Glanzkohlenstoff aus Zusätzen.

Während man (Gießerei-)Altsand früher zumindest überwiegend auf Deponien verkippt hat, ist es heutzutage wegen akuter Verknappung von verfügbarem Deponieraum und nicht zuletzt auch aus Kostengründen geboten, Altsand zu regenerieren, also aufzubereiten daß er wiederverwendbar ist. Dieses setzt indes (zumindest für eine uneingeschränkte Verwendung) voraus, daß die vorstehend erwähnten Binderhüllen und sonstigen Verunreinigungen des Altsandes von den Quarzkörnern des Sandes abgetrennt und ausgeschieden werden.

Für eine Regenerierung von Altsand, der zumindest ganz überwiegend aus organischem Altsand besteht, ist es bekannt, diesen thermisch durch Glühen bei einer Temperatur von ca. 800°C und/oder ggf. pneumatisch zu behandeln. Dabei werden die Binderhüllen und sonstigen Verunreinigungen des Altsandes i.d.R. so weitgehend entfernt, daß der Altsand als Formsand wiederverwendet werden kann. Dagegen führt dieses thermische Aufbereitungsverfahren bei anorganischen Altsanden nicht zu einem befriedigenden Ergebnis.

Das aus der DE-PS 31 03 030 bekannte thermisch-mechanische Verfahren führt allenfalls dann zu brauchbaren Ergebnissen, wenn der Anteil an anorganischem Altsand relativ klein ist. Dieses Verfahren löst die obige Problematik mithin nicht, da anfallender Altsand i.d.R. zu mehr als zwei Drittel anorganischer Altsand ist.

Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse wurde mit der DE-PS 38 15 877 vorgeschlagen, das (bspw. gemäß der DE-PS 31 03 030) thermisch-mechanisch (vor-)behandelte Regenerat nachfolgend einer Ultraschallbehandlung in Wasser (als Kollapsungsschicht) zu unterziehen. Dadurch sollen die auf die Sandkörner aufgesinterten Binderschalen zum Abplatzen gebracht und der Oolithisierungsgrad auf normale Werte gesenkt werden, wobei zugleich der basische pH-Wert des Regenerats auf einen nahezu neutralen Wert eingestellt werden soll.

Ganz abgesehen von dem zur Durchführung des vorgenannten Verfahrens großen und aufwendigen apparativen Aufwand sowie der hohen Betriebskosten für dieses Verfahren ergeben sich weitere Kosten dadurch, daß der aufbereitete Altsand danach noch getrocknet werden muß, wodurch die Wirtschaftlichkeit dieses mehrstufigen Verfahrens nicht mehr gegeben ist, und wobei i. ü. noch festzustellen ist, daß aufgrund eines relativ hohen Verschleißes der Sandkörner nur eine relativ geringe Regeneratausbeute hinreichender Qualität erzielbar ist.

Zum Regenerieren anorganischen Altsandes wurden Verfahren entwickelt, bei denen versucht wurde, die

Binderhüllen auf nassem Wege von der Oberfläche der Sandkörner zu entfernen, und zwar dadurch, daß in einer wäßrigen Sand suspension ein mechanischer Rührvorgang mit der Folge intensiver Reibung der Sandkörner untereinander durchgeführt wird, wobei dieser auch als Attrition bezeichnete Verfahrensschritt i.d.R. mehrfach wiederholt und ggf. durch Einstellen besonderer Sand-Wasser-Mischungsverhältnisse beeinflusst bzw. intensiviert wird (s. z. B. US-PS 27 83 511 oder DE-OS 30 19 096).

Nachteilig bei diesem Naßverfahren ist u. a. der Umstand, daß Kohlenwasserstoffverbindungen organischer Altsandanteile sowie Glanzkohlenstoff und seine Bildner nicht hinreichend entfernt werden können. Diese Stoffe wirken (wie z. B. auch tonige Bestandteile) gleichsam wie Schmiermittel und behindern den angestrebten Abrieb, so daß selbst bei mehrstufiger Attrition kein hinreichend befriedigendes Regeneratsergebnis zu erzielen ist.

Um diesbezüglich Abhilfe zu schaffen, wurde mit der AT-PS 3 87 921 vorgeschlagen, hinter jede Attritionsstufe eine Entschlammung (mittels Klassierer) zu schalten, um auf diese Weise die "Schmiermittel" aus dem Umlaufwasser zu entfernen und somit den erstrebten Abrieb zu intensivieren. Aber selbst wenn bei drei-, vier- oder mehrfacher Attrition in technischer Hinsicht ein befriedigendes Ergebnis zu erzielen wäre, leidet dieses ersichtlich ganz erheblich aufgrund der hiermit verbundenen Kosten unter Wirtschaftlichkeitsgesichtspunkten. Es kommt hinzu, daß bei diesem Verfahren an der Kornoberfläche eine festhaftende Struktur aus fein verteilter, poröser Kieselsäure verbleibt, die bei Wiederverwendung des aufbereiteten Altsandes für (Gießerei-)Neusand einen erhöhten Binderbedarf zur Folge hat.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, unter Vermeidung der vorstehend erwähnten und weiterer Nachteile ein sowohl in technischer als auch in wirtschaftlicher Hinsicht befriedigendes Verfahren zum Aufbereiten von (Gießerei-)Altsand zu schaffen, bei dem mit (im Vergleich zum Stand der Technik) relativ geringem technischen und wirtschaftlichen Aufwand ein weitgehend allgemein einsetzbares Regenerat mit relativ geringen Schadstoffbestandteilen zu erzielen ist, welches eine problemlose Wiederverwendung anstelle von Neusand für die Form- und Kernherstellung in Gießereien ermöglicht.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1, wobei durch die dabei auftretende Schockerhitzung des aufzubereitenden Altsandes das in den Poren befindliche Wasser spontan verdampft und die Schalen (wenigstens) des (anorganischen) Bindemittels im wesentlichen aufgrund der dabei entstehenden erheblichen Volumenvergrößerung abgesprengt oder aber zumindest so stark gelockert werden, daß sie unmittelbar in der Wertschicht von den Quarzkörnern separierbar sind. Durch die bisher übliche Trocknung naßregenerierten Altsandes mittels Heißluft von ca. 150–300°C in verschiedenen Apparaten wird ein solcher Absprengungs- bzw. Lockerungseffekt nicht erzielt, wie der vorstehend erwähnte Bindemittelbedarf ausweist.

Die Wärmeabfuhr durch die Wasserverdampfung in unmittelbarer Nähe zum Quarzkorn verhindert außerdem die durch die schockartige Erwärmung der Quarzkörner mögliche Änderung der Kristallmodifikation bzw. auch den Kornzerfall. Außerdem wird das Aufsitzen von Mullit, der durch die Hitzeinwirkung aus Bentonit entstanden ist, auf den Quarzkörnern verhindert.

bzw. mindestens behindert.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es weiterhin nicht erforderlich, daß der Altsand, der aus beliebigen Gemischen von organisch und anorganisch gebundenen Altsanden bestehen kann, bei seiner Annäherung bzw. seiner Durchdringung eine sonst für die Naßregenerierung erforderliche Attritionstufe durchlaufen muß. Hieraus ergeben sich infolge der vereinfachten Arbeitsweise und der weniger aufwendigen apparativen Ausstattung beachtliche wirtschaftliche Vorteile.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es mithin keineswegs erforderlich (auch wenn dieses zumindest in bestimmten Fällen zweckmäßig sein mag), gleichsam im Vorfeld der Aufbereitung für eine grundsätzliche Trennung von organischen und anorganischen Altsanden zu sorgen, wobei es indes regelmäßig zweckmäßig ist, die organischen bzw. anorganischen Altsande im wesentlichen getrennt voneinander aufzubereiten, wenn sie ohnehin getrennt anfallen, wie dieses nicht selten der Fall ist.

Weiterhin ist es bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorteilhaft, daß praktisch keinerlei schadstoffbelastete Restmengen anfallen, daß gemäß den vorstehenden Ausführungen für die Aufbereitung u. a. auch kein bestimmtes Mengenverhältnis unterschiedlicher Altsande einzuhalten ist, und daß ersichtlich überhaupt keinerlei getrennte Verfahrenszweige vorgesehen und aufeinander abgestimmt werden müssen, was bekanntlich insbesondere bei einem heißgehenden Prozeß in der Regel nicht unerhebliche Schwierigkeiten bereiten kann.

Es hat sich in der Regel als höchst zweckmäßig erwiesen, wenn der aufzubereitende Altsand so stark mit Wasser getränkt wird, daß die Poren der Kornschalen im wesentlichen mit Wasser gefüllt sind, wobei dem Wasser ggf. Mittel zur Senkung der Oberflächenspannung zugegeben werden können, so daß die zwischen den Kornschalen befindlichen Poren zumindest im wesentlichen mit Wasser gefüllt sind, um den oben bereits angedeuteten Effekt und damit letztlich die gesamte Altsandaufbereitung und die Qualität des Regenerates zu optimieren.

Dabei kann die Tränkung des Altsandes mit im Kreislauf geführtem Wasser erfolgen, um dadurch schädliche Elemente, insbesondere Alkalien, herauszulösen. Diese Arbeitsweise ist dann zweckmäßig, wenn Altsande infolge der Verwendung von Alkali-Silikaten oder Phenolaten als Binderkomponenten nennenswerte Mengen derartiger Ionen enthalten. Würden diese im Sandregenerat belassen, so würde die dadurch bedingte hohe Basizität seine Wiederverwendbarkeit entscheidend einschränken.

Das zur Tränkung des Altsandes benutzte Wasser wird durch ggf. laufenden Säurezusatz auf einen pH-Wert zwischen 2–5 gehalten und so lange im Kreislauf geführt, bis eine jeweils festzusetzende maximale Salzkonzentration erreicht ist. Sein Austausch gegen Frischwasser kann dabei auch kontinuierlich erfolgen. Das umlaufende Wasser passiert vor jedem Zulauf zur Tränkungs Vorrichtung ein Absetzbecken und ggf. auch noch einen Filter, wodurch die vom Wasser aus dem Sand aufgenommenen Feststoffe als Schlamm abgeschieden und dieser in die Wirbelschicht zurückgeführt werden kann. Die schockartige Erhitzung auch dieser durchgehend mit Wasser getränkten Feststoffe verhindert ein Aufsintern auf den Sandkörnern und ihre organischen Bestandteile brennen aus.

In einer weiteren Ausgestaltung dieser Verfahrensvariante wird, anstelle von Mineral- oder Karbonsäure,

Kohlendioxid als anionische Komponente für die Dekomposition der Alkali-Silikate eingesetzt. Im Umlaufwasser stellt sich dabei ein basischer pH-Wert ein, die Alkalien werden jedoch ebenso und zwar als Karbonate aus dem Altsand entfernt. Die an diesem noch anhaftende alkalische Lösung wird durch Abbrausen auf dem Entwässerungssieb mit dem als Ersatz erforderlichen Frischwasser von den Körnern abgewaschen. Die auf diese Weise erhaltene Soda- bzw. Pottasche-Lösung kann mit Abwärme eingedampft, zur Kristallisation gebracht und das Alkali somit in nutzbarer Form zurückgewonnen werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist aber nicht allein unter technischen, sondern auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten höchst befriedigend, zumal bspw. die erhitzte Wirbelschicht auch ihrerseits aus Sand (ggf. also auch aus bereits aufbereitetem Altsand) bestehen kann.

Um für den erstrebten Effekt einer Wirbelschicht mit ausreichender Wärmekapazität zur Verfügung zu haben, kann das Verhältnis der Wirbelschicht-Sandmenge zur pro min zugeführten feuchten Altsandmenge im Bereich von ca. 50 bis 100 gewählt werden.

Erfindungsgemäß wird die Wirbelschicht höchst bevorzugt von oben beheizt, und zwar vorzugsweise mit Hochgeschwindigkeitsbrennern, wobei sich als Zusatzbrennstoff (über die in dem Altsand bereits enthaltenen Brennstoffanteile hinaus) gasförmige Brennstoffe als besonders zweckmäßig erwiesen haben.

Um die vorstehend bereits erläuterten Effekte zu erzielen, kann die Wirbelschicht bevorzugt auf einer Beharrungstemperatur von ca. 750 bis 950°C gehalten werden.

Gemäß weiteren bevorzugten Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung kann die Temperatur im Feststoff einerseits und im Gasraum oberhalb der Wirbelschicht andererseits unterschiedlich eingestellt werden sowie auch die Verweilzeit des aufzubereitenden Altsandes in der Wirbelschicht, nämlich abhängig von dessen Beschaffenheit.

Auf diese Weise wird ein vollständiger Ausbrand organischer Substanzen auch im Flugstaub und damit dessen Dekontaminierung bewirkt.

Um die Befuchung des aufzubereitenden Altsandes zu intensivieren und/oder zu beschleunigen, kann es vorteilhaft sein, wenn der zu befuchende, aufzubereitende Altsand in einem Vakuum durchgefuchet wird.

Auch ist es in aller Regel höchst zweckmäßig, wenn die Wirbelgeschwindigkeit der Wirbelschicht in weiten Grenzen einstellbar ist, um die Betriebsverhältnisse den jeweiligen Bedürfnissen des aufzubereitenden Altsandes möglichst optimal anpassen zu können.

Weiterhin kann es zweckmäßig sein, in einem der Wirbelschicht nachgeschalteten Abscheider od. dgl. Sand abzuscheiden, wobei es dann weiterhin zweckmäßig sein kann, diesen abgeschiedenen Sand in die Wirbelschicht teilweise zurückzuführen.

Der insoweit aufbereitete Altsand (Regenerat) kann zweckmäßigerweise inner mechanischen Nachreinigung unterzogen werden.

Bevorzugte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Die Erfindung ist nachstehend an einem Ausführungsbeispiel unter Bezugnahme auf eine Zeichnung weiter erläutert.

Die Zeichnung zeigt in einer schematischen Darstellung einen Bunker 1, in dem der Altsand, bei dem es sich regelmäßig um ein Gemisch aus anorganischen und organischem Altsand handelt, gesammelt wird. Der aufzu-

bereitende Altsand wird aus dem Bunker 1 einer Altsandvorbereitung 2 bestehend aus z. B. der Magnetscheidung von Fe-Teilen, dem Knollenzerkleinerer und Absiebung zugeführt und gelangt in einen Zwischenbunker 3.

Aus dem Zwischenbehälter wird der vorbereitete Altsand mittels einer Dosiereinrichtung 4 einem Mischer 5 zugeführt, in den ebenfalls dosiert Wasser 6 und oberflächenspannungsmindernde Mittel zugegeben werden. Das Wasser wird mittels Abwärme auf max. 95°C aufgebracht.

Der feuchte Sand wird in einem Konditionierer 7 umgewälzt, bis die eine völlige Durchfeuchtung der Poren der Korngeschalen erreicht ist und gelangt danach dosiert in den Wirbelschichtofen 8.

Infolge des außerordentlich raschen Wärmeübergangs (und der guten Vermischung in der Wirbelschicht) wird der aufzubereitende nasse Altsand schlagartig auf eine Betriebstemperatur von 800 bis 850° erwärmt, wobei die oben bereits beschriebene Dampf Bildung die Schamotteschalen von den (Quarz-) Sandkörnern absprengt bzw. zumindest ganz erheblich lockert und organische Schadstoffe vollständig verbrennen.

Das Ofenabgas wird in einem Wärmetauscher 11 unter Vorwärmung der Wirbelloft gekühlt.

Zur Kühlung des Ofenausstrags passiert dieser zunächst einen Wirbelschichtkühler 12, in dem das für die Tränkung erforderliche Wasser auf 70 bis 95°C vorgewärmt wird und die fühlbare Wärme des Sandes in Form von Dampf oder Heißwasser zurückgewonnen wird.

Eine abschließende Behandlung des erhaltenen Regenerats erfolgt in einer pneumatischen Reinigungseinrichtung 13 sowie einer Fraktionierung (in wenigstens) zwei Körnungen ("grob" und "fein"). Der aufbereitete Altsand ist universell wiederverwendbar, wobei die Körnung des aus dem aufbereiteten Altsand zu bildenden Neusandes (ggf. unter gewissem Zusatz von Neusand) durch Dosierung aus den einzelnen Fraktionen erfolgen kann, um einen Altsand mit vorgegebener mittlerer Körnung bzw. einem bestimmten Kornband zu erhalten.

Nach Kühlung und pneumatischer Reinigung des aufbereiteten Sandes fallen Regenerat und Filterstaub an. Der Filterstaub ist schadstofffrei und kann unbedenklich deponiert bzw. einer Verwendung bspw. als Bau- oder Zuschlagstoff zugeführt werden.

Bezugszeichenliste

- 1 Bunker
- 2 Sandvorbereitung
- 3 Zwischenbehälter
- 4 Dosiereinrichtung Sand
- 5 Mischer
- 6 Dosiereinrichtung Wasser
- 7 Konditionierer
- 8 Wirbelschicht-Reaktor
- 9 Abscheider
- 10 Filteranlage
- 11 Wärmetauscher
- 12 Wirbelbettkühler
- 13 Sandnachbehandlung

Patentansprüche

1. Verfahren zum Regenerieren von Gießerei-Altsand, dessen Ursprungs-Formsand als Formstoff

anorganische oder/und organische Bindemittel enthält, dadurch gekennzeichnet, daß der aufzubereitende Altsand mit Wasser getränkt und anschließend im feuchten Zustand in eine erhitzte Wirbelschicht mit einer Beharrungstemperatur von wenigstens 750°C verbracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der aufzubereitende Altsand so stark mit Wasser getränkt wird, daß die in den Korngeschalen befindlichen Poren im wesentlichen mit Wasser gefüllt sind.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erhitzte Wirbelschicht aus Sand besteht.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Wirbelschicht-Sandmenge zur pro min zugeführten feuchten Altsandmenge 50 bis 100 beträgt.

5. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß anorganische und organische Altsande in beliebigen Gemischen miteinander mit Wasser getränkt und diese Gemische dann der Wirbelschicht zugeführt werden.

6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei getrenntem Anfall von Altsanden mit überwiegend anorganischen bzw. überwiegend organischen Bindemitteln das Einbringen in die Wirbelschicht getrennt erfolgt.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei getrennter Zuführung von Altsand nur der anorganische Altsand mit Wasser getränkt wird.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Wasser auf 70 – 95°C vorgeheizt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß dem Wasser oberflächenspannungsmindernde Mittel zugegeben werden.

10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der anorganische Altsand einer mechanischen Vorreinigung unterzogen wird, insbesondere dann, wenn die abgetrennte Feinfraktion unbehandelt in den Prozeß zurückgeführt werden kann.

11. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirbelschicht von oben beheizt wird.

12. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirbelschicht mit einem gasförmigen Brennstoff als Zusatzbrennstoff beheizt wird.

13. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirbelschicht auf einer Beharrungstemperatur von 750 bis 950° C gehalten wird.

14. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur im Feststoff einerseits und im Gasraum oberhalb der Wirbelschicht andererseits unterschiedlich eingestellt wird.

15. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Verweilzeit des aufzubereitenden Altsandes in der Wirbelschicht einstellbar ist.

16. Verfahren nach einem der mehreren der vor-

hergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der zu befeuchtende, aufzubereitende Altsand in einem Vakuum durchfeuchtet wird.

17. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirbelgeschwindigkeit der Wirbelschicht in weiten Grenzen einstellbar ist.

18. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß in einem der Wirbelschicht nachgeschalteten Abscheider abgeschiedener Sand teilweise in die Wirbelschicht zurückgeführt wird.

19. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der insoweit aufbereitete Altsand (Regenerat) mechanisch oder pneumatisch oder mechanisch/pneumatisch nachgereinigt wird.

20. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirbelluft mit der Abgaswärme der Wirbelschicht vorgeheizt wird.

21. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Abgas bei 450 bis 150°C mittels Wasser gequenchet wird.

22. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Beheizung nahstöchiometrisch betrieben wird.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

50

55

60

65

